

УДК 656.2:004.9

П. Д. ЧЕКАНОВ, Р. П. БЕРНЕЙ (СИ-41), А. В. КУРАШ (ЗСс-61)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА СДВИЖЕК ПРИ СОДЕРЖАНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Рассматривается автоматизация ручного определения величин сдвижек при рихтовке железнодорожных кривых. Предложено веб-приложение, обрабатывающее натурные промеры стрел изгиба, рассчитывающее проектную кривую и подбирающее оптимальные сдвиги с учётом нормативных допусков. Программа обеспечивает прозрачность вычислений и позволяет снизить трудоемкость инженерных решений.

Обеспечение плавности и стабильности железнодорожного пути в кривых участках является одной из ключевых задач текущего содержания, напрямую влияющей на безопасность движения поездов. Основным технологическим процессом, позволяющим корректировать геометрию рельсовой колеи в плане, является рихтовка, в ходе которой пути придается либо проектное положение либо положение, удовлетворяющее требованиям [1]. Однако до настоящего времени оперативное определение величины необходимых поперечных сдвижек рельсовых нитей производится визуальнoinструментальным методом, основанном на измерении стрел изгиба с дальнейшим расчетом, что требует значительных временных затрат [2].

Разработанное программное обеспечение (ПО) представляет собой веб-приложение [3], предназначенное для обработки результатов натурных промеров геометрического положения железнодорожных кривых методом стрел изгиба, а также подготовки инженерного решения о величине и направлении сдвижек криволинейного участка при его рихтовке.

ПО автоматизирует рутинные операции, которые при ручной обработке ведомости стрел занимают значительное время, в последовательности:

- расчет разности смежных натурных стрел изгиба [4];
- проверка расчетной разности на соответствие допускаемым значениям по скорости движения поездов;
- построение графика стрел изгиба натурной кривой;
- построение графика стрел изгиба проектной кривой на основании рассчитанного среднего значения стрел изгиба натурной кривой;
- подбор оптимального значения рихтовочных сдвижек и поправок (при необходимости для нескольких этапов);
- построение графика стрел изгиба для результирующей расчетной кривой;
- контроль результата определения значения рихтовочных сдвижек.

Программа не заменяет натурную проверку пути [5] и не является распоряжением на производство работ – она формирует предварительный расчет, который специалист использует при принятии решения, а также вносит изменения в предложенный расчет.

Все промежуточные величины (исходные стрелы изгиба, разности, проектные значения, сдвиги, поправки и расчетные стрелы изгиба) отображаются в таблице, что обеспечивает прозрачность и проверяемость вычислений.

Задачи ПО, ввод и проверка исходных данных:

- количество точек, длина хорды, длины переходных и круговой частей кривой, значения стрел изгиба и скорость движения;
- импорт исходных промеров из файла Excel и контроль корректности ввода (заполненность точек, числовой формат, допустимые диапазоны);
- расчет разностей смежных стрел изгиба (Δf) и определение их максимального значения;
- выбор допустимой разности стрел в зависимости от скорости движения по нормативной таблице допусков;
- выявление проблемных промежутков, где разность стрел превышает допуск;
- построение проектной трапеции кривой с учетом границ переходных и круговой частей;
- автоматический подбор рихтовочных сдвижек с учетом ограничений (округление до шага, предельная величина сдвигки, минимальное расстояние между сдвигками) и расчет поправок в соседних точках;
- формирование двух вариантов расчета – без перерасчета и с перерасчетом – и выдача рекомендации по выбору предпочтительного варианта;
- расчет итоговых стрел (f_1) и новых разностей (Δf_1) после применения сдвижек и контроль результата на соответствие допуску;
- наглядное представление результатов в виде сводной таблицы и графика (фактическая кривая, проектная кривая, расчетная кривая и линия разности стрел);
- вывод инженерного заключения: допустима ли выбранная скорость, какие участки требуют внимания и какой вариант расчета предпочтителен.

Формат Excel выбран как универсальный способ обмена. В большинстве производственных задач ведомости промеров удобно хранить именно в таблицах, поэтому приложение поддерживает импорт файлов .xlsx, .xls и .csv. После импорта значения автоматически переносятся в блок ввода точек. Пользователь может проверить их на экране, при необходимости исправить отдельные значения и только затем запускать расчет. Такой порядок уменьшает вероятность скрытой ошибки.

На рисунке 1 показана логика прохождения данных: от исходного файла к расчетному ядру, далее к таблице и графику. Такой поток соответствует практическому процессу: сначала промер, затем расчет, затем анализ результатов.



Рисунок 1 – Структура обработки исходных данных в программе

Программа не хранит данные на сервере. Вся обработка выполняется в браузере, что упрощает запуск и исключает необходимость настройки базы данных. Для разработки данного ПО это является важным преимуществом, так как приложение можно открыть на любом рабочем компьютере с браузером. Интерфейс приложения разделен на несколько логических блоков (рисунок 2). Первый блок содержит параметры расчета: количество точек, длину хорды, длины ЛПК1, ЛКК, ЛПК2 и скорость. Такое расположение соответствует порядку подготовки исходных данных.



Рисунок 2 – Главное окно веб-приложения

Второй блок предназначен для значений точек. После генерации или импорта появляются поля f_0 , f_1 , f_2 и т. д. Между точками размещены кнопки добавления, что позволяет вставить дополнительное значение без полного пересоздания ведомости.

Третий блок показывает итоги: максимальную разность стрел, допустимую скорость, заключение и участки с превышением. Это краткая сводка, которую пользователь видит после расчета без необходимости сразу анализировать всю таблицу. Четвертый блок объединяет график и таблицу. График строится на canvas, а таблица формируется динамически. Для удобства предусмотрены переключатели отображения серий f , проектной кривой, f_1 и Δf . В интерфейсе также реализованы кнопки масштабирования и экспорта графика в PNG. Это полезно при оформлении отчета или диплома, так как график можно сохранить и вставить в документ как рисунок.

Для удобства работы интерфейс можно разделить на функциональные зоны: блок задания исходных параметров, строку быстрого выбора допуска по скорости, панель ввода стрел, область итогов и область визуального контроля. Такая компоновка выбрана специально, чтобы пользователь двигался по расчету сверху вниз: сначала задавал исходные данные, затем вводил точки, после чего получал расчетную таблицу и график (рисунок 3).

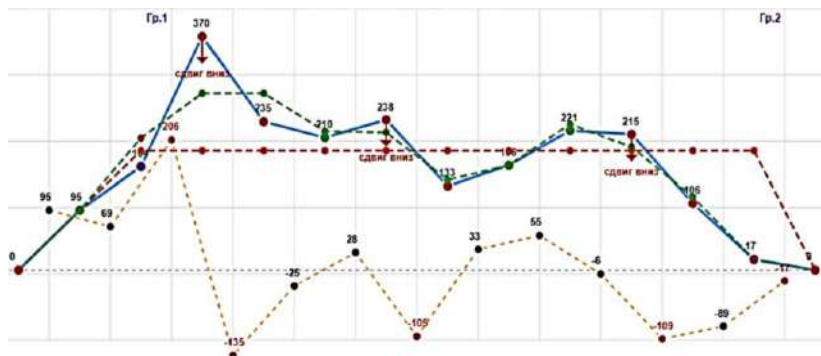


Рисунок 3 – Итоговый график определения величины сдвижек

Разработанное ПО автоматизирует расчёт сдвижек, сокращая время обработки и уменьшая влияние человеческого фактора. Поддержка импорта из Excel и экспорта графиков упрощает интеграцию в существующий документооборот. Приложение не заменяет натурную проверку, но даёт достоверную расчётную основу для выбора варианта рихтовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СТП БЧ 09150.56.010-2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Бел. ж. д., 2006. – 283 с.
- 2 Железнодорожный путь : учеб. / под ред. Е. С. Ашпиз. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2021. – 575 с.
- 3 Сапрыкин, А. Н. Основы веб-программирования: HTML 5, CSS 3, JavaScript : учебное пособие для вузов / А. Н. Сапрыкин. – М. : Texbooks, 2020. – 288 с.
- 4 Бринь, М. Я. Расчет элементов и разбивка железнодорожных кривых : учеб. пособие / М. Я. Бринь, Н. В. Канашин, В. И. Полетаев ; под ред. М. Я. Бриня. – СПб. : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2008. – 36 с.
- 5 Косенко, С. А. Диагностика и мониторинг железнодорожного пути : учеб. пособие / С. А. Косенко, А. А. Севостьянов, М. А. Карюкин. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2024. – 144 с.

Получено 30.07.2026